



Tailles de villes et coûts de transport

Alain Chausse, Dominique Bouf

► To cite this version:

Alain Chausse, Dominique Bouf. Tailles de villes et coûts de transport. Les Cahiers scientifiques du transport , 1994, 29, pp. 17-34. halshs-00140825

HAL Id: halshs-00140825

<https://shs.hal.science/halshs-00140825>

Submitted on 10 Apr 2007

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

TAILLES DE VILLES ET COUTS DE TRANSPORT

ALAIN CHAUSSE, DOMINIQUE BOUF¹
LABORATOIRE D'ECONOMIE DES TRANSPORTS
UNIVERSITE LUMIERE LYON II, ENTPE, CNRS

INTRODUCTION

Depuis les années 1950, de nombreux travaux théoriques et empiriques ont enrichi notre connaissance des coûts et bénéfices imputables à la taille des villes. Sur le plan des coûts, la problématique qui domine est l'étude des évolutions de coûts des services urbains, en vue notamment de déterminer une taille optimale de ville. Dans le prolongement des travaux de WEBER, ISARD (1956) étudie les économies d'agglomération et décrit une courbe en cloche, notamment pour les transports et l'éducation. A une phase d'économies de taille succède une phase de déséconomies. Une autre approche, RICHARDSON (1971), consiste à proposer des formes analytiques simples pour diverses fonctions de production. BAIROCH (1977) donne des estimations chiffrées de la taille optimale des villes : environ 300 000 habitants d'après ses calculs, alors que les tailles optimales apparaissant dans sa recension bibliographique sont plus dispersées. Enfin, il est possible d'utiliser le calcul économique pour simuler les conséquences en termes de bilan coûts-avantages des localisations d'entreprises, LESOURNE (1968).

Par ailleurs, les travaux sur la productivité des aires urbaines, développés notamment par SVEIKAUSKAS (1975) et SEGAL (1976), semblent établir une plus forte productivité dans les grandes villes. Récemment, PRUD'HOMME et ROUSSEAU (1992) ont mesuré une surproductivité de la région parisienne relativement au reste du territoire français et corrigée

¹ Cet article s'inspire des conclusions d'une étude commandée au LET par le Groupement d'Etude et de Recherche Interrégional (voir notamment BOUF *et alii* (1992)).

des effets de structure d'emploi. Enfin, FUJITA (1989) souligne l'importance des économies de variétés lorsque la taille de la ville s'accroît.

Une certaine disparité apparaît donc entre les tendances d'évolution de la productivité des services urbains et celles des aires urbaines. La nécessité de la prise en compte des externalités, dont la ville est féconde, ressort aussi puissamment de l'ensemble des travaux évoqués. FAUDRY (1972) souligne le besoin d'élargir la problématique des coûts d'urbanisation aux coûts sociaux. Pour SEGAL (1976), l'équilibre interurbain du marché du travail est réalisé par les coûts de transport, de pollution et autres nuisances, qui compensent la dispersion des taux de salaire selon les aires urbaines. Enfin, TOLLEY et CRIHFIELD (1987) insistent eux aussi sur l'importance des externalités, tandis que HENDERSON (1988) propose une taxe dans la logique pigouvienne pour réduire la divergence coût social-coût privé de la localisation dans une ville.

Ces résultats invitent ainsi à dépasser l'objectif de taille optimale de la ville et à orienter les investigations sur l'analyse de la concentration urbaine. Il s'agit notamment de chercher à repérer les logiques dans lesquelles les externalités se trouvent mises en oeuvre. Dans la mesure où celles-ci relèvent d'interactions entre différents agents, et donc aussi entre différents secteurs du fonctionnement urbain, les analyses doivent s'orienter sur des études sectorielles. Les résultats globaux perdent considérablement de leur pertinence et peuvent de surcroît conduire à la production de fausses idées. Comme le suggèrent les exemples ci-dessus, il en va particulièrement des études sur la productivité des aires urbaines, pour lesquelles l'élargissement aux externalités peut faire apparaître des facteurs de production cachés.

Il existe déjà certains résultats dans le secteur des transports, particulièrement en matière de transports publics urbains. L'observation courante suggère qu'ils dépendent fortement de la taille des villes, sans qu'une analyse *a priori* puisse indiquer dans quel sens évolue leur productivité. On avance souvent que la longueur des déplacements et la congestion agissent comme une source externe de perte de productivité. Inversement, les grandes villes permettent de développer des transports de masse plus productifs. En 1975, une étude de la DGRST, restreinte aux modes de surface, met en relation des variables d'offre de transport, de fréquentation et de caractéristiques urbaines avec la taille des villes. BAIROCH (1977) met en évidence deux seuils de productivité optimale, le premier se situant autour de 200 000 habitants (apparition d'un réseau), le second entre 400-600 000 habitants (apparition d'un réseau souterrain). Enfin, TOUNKARA (1987) et BONNAFOUS (1988) ont mené des analyses sur les villes moyennes, en insistant également sur des élasticités temporelles.

Les résultats qui sont présentés ici veulent apporter une contribution dans le domaine des transports. Notre objet est d'apporter un éclairage sur l'évolution des coûts de transport public lorsque la taille de la ville s'accroît. Nous tenterons également de mettre en évidence le rôle de certains facteurs caractéristiques de l'offre : niveau de service, capacité des véhicules, extension spatiale, fréquences, etc. Nous sommes conduits à distinguer une notion "d'effet taille" qui désignera la dépendance d'une variable décrivant le système de transport public par rapport à la taille des villes. Cet effet taille sera étudié en coupe transversale et non en série chronologique. L'évolution des variables du système de transport ne peut en effet facilement être mise en relation avec le phénomène de croissance urbaine.

METHODE ET CHAMP D'ANALYSE

1 - LA NOTION D'ECONOMIES DE TAILLE

S'agissant du transport public urbain, deux influences sur le coût unitaire de production peuvent être attendues de l'augmentation de la taille de la ville.

1 - D'une part, une variation de coût résultant d'une transformation qualitative de la production, notamment l'offre se diversifie (apparition des métros, tramways, *etc*). Le phénomène est proche de la notion d'économies d'envergure, qui traduit des gains de productivité associés à l'élargissement du domaine d'activité, la production simultanée de plusieurs biens étant plus rentable que séparée. Toutefois, concernant notre domaine d'étude ces économies d'envergure dépendent fortement de la taille de la ville, tandis qu'au sens premier, elles ne sont pas liées à la taille de l'unité de production. Elles peuvent notamment découler de la seule décision de diversification.

2 - D'autre part, des économies d'échelle au sens traditionnel. Avec l'augmentation de la taille de la ville, l'extension de l'échelle de production sur chacun des segments d'offre (bus, tramways, métros) est susceptible d'agir sur la productivité.

La notion d'économies de taille est donc composite. Elle traduit des évolutions du coût unitaire qui résultent à la fois de changements qualitatif et quantitatif dans l'offre.

2 - LA DISTINCTION COÛTS D'EXPLOITATION-DEPENSES D'INVESTISSEMENT

Singulièrement en matière de transport public urbain, il est malaisé d'estimer la partie du coût unitaire de production qui relève des facteurs durables. Des dimensions historiques (amortissement des facteurs durables), spatiales (Paris concentre des investissements de plus longue date), mais aussi institutionnelles (au sens des procédures d'affectation) sont introduites et difficilement accessibles à l'aide des ressources empiriques.

- En pratique, les consommations de facteurs durables s'imputent à une production par le filtre d'une technique comptable d'amortissement. S'agissant du transport collectif urbain, ces données comptables brutes sont souvent manquantes ou incertaines, en raison notamment des structures organisationnelles du service (liens entre les concessionnaires de réseaux et les autorités organisatrices).
- De surcroît, la nature des équipements peut expliquer des valeurs d'usage résiduelles alors qu'il a été procédé à l'amortissement comptable. Des investissements anciens, y compris dans des domaines autres que du transport, peuvent apparaître tels une véritable ressource naturelle (cas de Paris).
- Enfin, la production des équipements fixes relève d'une logique économique particulière résultant de discontinuités fortes et d'une présomption de rendements marginaux croissants. La décision d'implantation a souvent un caractère tutélaire en partie arbitraire, de même que la couverture des coûts se trouve, au moins en partie, socialisée. Ces éléments dominent les conditions d'usage des facteurs durables par l'offre courante et peuvent expliquer une certaine variance dans les coûts unitaires d'investissement qui ne relève pas forcément de la logique économique.

Les coûts en facteurs durables dénotent donc une forte spécificité, qui donne à penser que la problématique des économies de taille ne peut valablement et pratiquement être développée que dans la limite des dépenses courantes de fonctionnement. Nous nous réservons toutefois de revenir par la suite sur les dépenses d'investissement à titre d'éclairage supplémentaire.

Les données d'exploitation que nous utiliserons sont extraites de la base dite "101 réseaux", exploitée par le CETUR à l'aide d'enquêtes annuelles auprès des gestionnaires.

3 - UNE DEFINITION OPERATOIRE DE LA VILLE ET LA DETERMINATION D'UN ECHANTILLON

Le phénomène urbain a des contours incertains par nature. Nombre de délimitations spatiales de la ville sont possibles, de la commune à la région métropolitaine. Notre objet d'étude conduit à privilégier un périmètre spécifique au domaine des transports : le Périmètre des Transports

Urbains (PTU). Ce cadre spatial est plus pertinent car on peut admettre que l'appartenance au PTU est le signe d'un plus fort degré d'intégration de la population à son système de transport collectif, tant sur le plan de son utilisation, que de son financement (Versement Transport) ou encore du dimensionnement de l'offre. Pour s'assurer toutefois d'une certaine homogénéité des systèmes de transport comparés, à la fois du côté de l'offre et de la demande, nous avons exclu de l'étude les unités urbaines pour lesquelles le PTU et l'agglomération au sens INSEE divergent trop. C'est le cas de quelques villes aux formes particulières, telles les conurbations minières ou touristiques². Enfin, en raison de l'extrême variété des situations qui rend malaisée la recherche de dépendance à la taille urbaine, les villes de moins de 100 000 habitants n'ont pas été retenues. Cela nous a conduit à retenir 47 villes sur une soixantaine de plus de 100 000 habitants dotées d'un réseau de transport collectif (Cf. annexe).

4 - LA TECHNIQUE ECONOMETRIQUE

Afin d'observer l'influence de la taille de la ville sur les variables d'exploitation des transports urbains, des relations économétriques ont été testées. La forte corrélation entre les variables (taille avec densité, longueur des déplacements, etc) rend incertains les coefficients obtenus à partir de régressions multiples. Les relations les meilleures ont été obtenues avec des régressions logarithmiques de la forme :

$$\text{Log}(X) = e \cdot \text{Log}(H) + b$$

$$\text{soit également } X = k \cdot H^e$$

où X est un indicateur décrivant le système de transport, H, le nombre d'habitants de la ville, e, l'élasticité de l'indicateur transport à la taille de la ville, b et k, des constantes.

Le passage par les logarithmes permet donc de disposer de relations mettant en évidence, en termes d'élasticité, la dépendance de l'indicateur X à la taille de la ville. De surcroît, on sait que l'hypothèse d'homoscédasticité appliquée au logarithme d'une variable conduit à supposer que les résidus sont approximativement proportionnels à la valeur de la variable exogène H. Cette hypothèse semble plus satisfaisante que l'hypothèse correspondant aux régressions linéaires directes qui conduirait à supposer constant l'écart type des distributions des résidus. Il est en effet intuitivement satisfaisant de considérer que les événements - supposés aléatoires - qui rendent compte des variables ignorées par l'analyse ont des effets proportionnels à la taille des villes.

La valeur de l'élasticité, e, peut témoigner d'un effet taille par le biais de deux tests :

- si la grandeur est "extensive", comme le montant des charges d'exploitation ou le nombre de places-kilomètres offertes, un effet taille sera observé si e est significativement différente de un (l'hypothèse $H_0 : e = 1$ peut être rejetée avec un faible risque d'erreur de première espèce) ;
- si la grandeur est "intensive", comme c'est le cas d'un ratio tel que le coût unitaire ou la fréquence, c'est une élasticité significativement différente de zéro qui mettra en évidence un effet taille (l'hypothèse $H_0 : e = 0$ peut être rejetée avec un faible risque d'erreur de première espèce).

5 - UN MODELE ANALYTIQUE

Deux variables déterminantes orientent les analyses :

² De manière générale, la population INSEE est plus nombreuse que celle du PTU, dans un rapport couramment situé entre 25 % et 50 %. Nous avons exclu les villes qui s'en écartent significativement (par exemple pour Cannes - Le Cannet, le rapport s'établit à 200 %).

- les charges d'exploitation (CH)³ qui permettent de repérer les évolutions de productivité ;
- l'offre mesurée en Places-Kilomètres Offertes (PKO) qui peut permettre d'éclairer les évolutions de productivité.

Autour des charges d'exploitation, il est possible de se donner un premier cadre d'analyse en comparant les trois élasticités suivantes (avec D le nombre de déplacements) :

$$[1] CH = k_1 \cdot H^{e_{CH}}$$

$$[2] PKO = k_2 \cdot H^{e_{PKO}}$$

$$[3] D = k_3 \cdot H^{e_D}$$

La comparaison de [1] et [2] permet d'analyser l'évolution des charges à la PKO avec la taille de la ville. Nous parlerons d'une productivité d'efficience. La comparaison de [1] et [3] traduit l'évolution des charges au déplacement réalisé, que nous désignerons par une productivité sociale. En raison de la propriété de non-stockage de la production transport, il importe de savoir si d'éventuels gains de productivité d'efficience profitent à la société, ou s'ils sont définitivement dissipés et perdus. Enfin, à partir de la seule régression [1], nous définirons une productivité d'efficacité (évolution des coûts d'exploitation à l'habitant). Si la notion d'efficience s'applique à la fonction de production, celle d'efficacité relève d'un objectif plus global de fonctionnement de la ville. D'une certaine manière, la variable de population renferme le choix que s'est fixé la ville en matière de transport public, dont l'équation [3] en mesure la contrepartie coût.

En second lieu, à partir de la variable PKO, l'étude des élasticités taille des paramètres descriptifs de l'offre permet, dans la limite des données disponibles, d'identifier les facteurs susceptibles d'agir sur la productivité.

On peut tout d'abord décomposer la production suivant l'équation $PKO = CA \cdot KR$, où CA désigne la capacité moyenne des ensembles solidaires en mouvement (rame de véhicules, par exemple un métro) et KR, le nombre de kilomètres qu'ils effectuent (Kilomètres-Rames). Il vient alors les deux relations suivantes :

$$[4] CA = k_4 \cdot H^{e_{CA}}$$

$$[5] KR = k_5 \cdot H^{e_{KR}}$$

les élasticités étant additives, $e_{PKO} = e_{CA} + e_{KR}$

Il est ensuite possible de décomposer la croissance du kilométrage effectué par les rames de transport en commun selon une extension spatiale représentée par la longueur des lignes (notée L) et un paramètre intensif : l'augmentation du nombre de rames qui circulent par unité de temps et par unité de longueur du réseau. Ce dernier paramètre est analogue à une fréquence, nous l'appellerons fréquence généralisée (notée F). Il vient alors :

$$[6] L = k_6 \cdot H^{e_L}$$

$$[7] F = k_7 \cdot H^{e_F}$$

avec $e_{KR} = e_L + e_F$

En dernier lieu, il est possible de mettre en rapport l'extension spatiale du réseau avec l'accroissement de la surface de la ville ($L = L/S \cdot S$), pour construire une sorte d'indicateur

³ Comprenant les charges de personnel, les achats divers (dont l'énergie), les services extérieurs (entretien, réparation, assurance, affrètement de lignes), les impôts et taxes, et enfin d'autres charges de gestion courante.

d'accessibilité spatiale. Toutefois, le rapport L/S ne traduit qu'imparfaitement l'évolution de la couverture spatiale par le réseau de transport, en raison des phénomènes de concentration des lignes. Nous n'avons donc pas poursuivi les investigations.

6 - UN TRAITEMENT PARTICULIER POUR PARIS

La hiérarchie urbaine française est caractérisée par une forte prééminence de Paris, dont l'agglomération compte environ 9,5 millions d'habitants, alors que Lyon, qui arrive en seconde position, ne compte que 1,2 millions d'habitants. Etablir les régressions avec Paris conduirait à orienter fortement les dépendances, en raison de la variance apportée par l'écart de taille entre Paris et les villes de province, cela même en tenant compte de l'effet d'échelle des logarithmes. De surcroît, on admet couramment que la caractéristique primatiale parisienne va de pair avec un système de transport collectif singulier. Il est alors intéressant de rechercher un effet taille sur un échantillon de villes de province, en établissant un ensemble de relations économétriques qui forment une sorte de modèle de province. Dans un second temps, il est possible d'observer - à l'aide des techniques classiques de prévision en modèle linéaire - si Paris s'intègre dans le modèle provincial.

Ces considérations méthodologiques orientent fortement la présentation des résultats et des analyses :

- dans un premier temps, on tentera de caractériser un effet taille sur les villes de province à l'aide de données relatives à l'année 1991. La consistance de cet effet taille devra être testée par des comparaisons inter-temporelles ;
- les données relatives à la région parisienne seront alors confrontées à l'effet taille observé sur les villes de province ;
- nous envisagerons enfin le difficile problème de la prise en compte des coûts d'investissement dans une analyse des coûts de transport en fonction de la taille des villes.

UN MODELE D'EFFET TAILLE SUR LES VILLES DE PROVINCE

1 - LES RESULTATS A PARTIR DES DONNEES 1991

Les diverses régressions obtenues sur l'échantillon considéré nous permettent d'établir le tableau 1.

Tableau 1 : Effet taille sur les villes de province

Relation	Indicateur	e, élasticité estimée	Ecart-type estimé
[1]	Charges	1,27*	0,06
[2]	PKO	1,13*	0,06
[3]	Déplacements	1,15*	0,08
[1']	Charges/PKO	0,16 ⁺	0,07
[1'']	Charges/déplacements	0,08	0,05
[4]	Capacité	0,04	0,05
[5]	Km-rames	1,08	0,06
[6]	Longueur	0,84*	0,09
[7]	Fréquence	0,24 ⁺	0,08

* signale une élasticité significativement différente de 1 au seuil de 5 %

⁺ signale une élasticité significativement différente de 0 au seuil de 5 %

La productivité

L'offre et la demande de transport croissent plus que proportionnellement à la taille des villes, avec des élasticités statistiquement indiscernables et de valeurs très proches (relations [2] et [3]). Le parallélisme entre l'augmentation de l'offre et celle de la demande est quelque peu surprenant. On pourrait légitimement supposer que la longueur moyenne des déplacements augmente avec la taille de la ville. Toutes choses égales par ailleurs, il faudrait davantage de PKO pour satisfaire cette demande. Il faut donc supposer qu'un éventuel allongement des distances parcourues est compensé par un accroissement du "remplissage" des véhicules. Nous ne sommes cependant pas en mesure de vérifier cette hypothèse.

En fonction de la taille de la ville, on observe que les charges progressent plus vite que la production (relations [1] et [2]). Une dérive des charges unitaires à la PKO peut être mise en évidence avec une élasticité significativement différente de zéro (relation [1']). Il est donc possible d'affirmer qu'il n'y a pas d'économies de taille dans l'exploitation des transports en commun, et même qu'une tendance à la baisse de la productivité d'efficiency peut être observée. Par contre, il n'est pas possible d'isoler un effet taille statistiquement significatif sur la productivité sociale (relation [1'']).

Les facteurs descriptifs de l'offre

Tout d'abord, un constat relativement contre-intuitif s'impose. Il n'est pas possible de mettre en évidence une croissance significative de la capacité des rames avec l'augmentation de la taille des villes (relation [4]). Ce résultat est toutefois dépendant de notre instrument de mesure (l'élasticité de 0,04 est du même ordre de grandeur que le "bruit" avec un écart type égal à 0,05). Si malgré tout il y a un effet taille, il est faible : l'élasticité correspond à une croissance inférieure à 10 % des capacités en ligne pour une multiplication par dix de la population. Des gains de productivité peuvent probablement en être attendus, mais ceux-là apparaissent insuffisants, d'autres facteurs de contre-productivité étant à l'oeuvre, ainsi qu'en témoigne la croissance du coût unitaire à la PKO avec la taille de la ville.

Avec une élasticité de 1,08 (relation [5]), la croissance des kilomètres-rames est légèrement plus forte que celle de la population, mais l'hypothèse d'une élasticité égale à un ne peut être rejetée qu'avec un risque d'environ 10 %. L'effet taille n'est donc pas, ici encore, clairement mis en évidence.

Cette absence d'effet taille tranché en termes de capacité et de kilomètres-rames peut cependant correspondre à une évolution significative de l'offre de transport sur le plan de l'extension spatiale et des fréquences. Les relations [6] et [7] permettent d'en juger.

1 - La longueur du réseau croît moins que la population. L'élasticité (0,84) est significativement différente de un (avec un risque inférieur à 4 %). Pour une multiplication par dix de la population, la longueur du réseau serait multipliée par un facteur inférieur à sept.

2 - Une augmentation sensible de la fréquence généralisée peut aussi être observée. L'élasticité (0,24) est significativement différente de zéro (risque inférieur à 1,5 pour mille). Une multiplication par dix de la taille de la ville correspondrait à une croissance d'environ 75 % de la fréquence généralisée.

2 - VALIDATION INTER-TEMPORELLE DE L'EFFET TAILLE

Comparer les résultats obtenus pour 1991 à d'autres années obéit à un impératif méthodologique. Obtenus en coupe transversale et donc reflets d'une situation totalement singulière, les résultats peuvent être considérés comme purement circonstanciels. Dans un

premier temps la comparaison inter-temporelle a pour objet d'éprouver la consistance de l'effet taille défini comme une rupture significative avec l'hypothèse d'indépendance. C'est dans un deuxième temps que la question se pose de la stabilité dans le temps de la valeur numérique des élasticités. Les analyses seront menées pour les années de recensement INSEE, afin de disposer des données de population (tableau 2). L'année 1988 (population interpolée entre 82 et 90) a été choisie en raison de sa proximité à 1991. L'échantillon de villes reste bien sûr le même.

Tableau 2 : Validation inter-temporelle de l'effet taille

Relation	Indicateur	1975	1982	1988	1991
[1]	Charges	1,45* (0,11)	1,35* (0,08)	1,23* (0,06)	1,27* (0,06)
[2]	PKO	1,34* (0,10)	1,28* (0,12)	1,12* (0,07)	1,13* (0,06)
[3]	Déplacements	(-)	(-)	1,12 (0,08)	1,15* (0,08)
[1']	Charges/PKO	0,12+ (0,05)	0,07 (0,08)	0,11+ (0,04)	0,16+ (0,07)
[4]	Capacité	0,05 (0,07)	0,11 (0,08)	0,07+ (0,02)	0,04 (0,05)
[5]	Km-rames	1,29* (0,10)	1,17* (0,08)	1,05 (0,06)	1,08 (0,06)
[6]	Longueur	0,85* (0,08)	0,91 (0,08)	0,79* (0,08)	0,84* (0,09)
[7]	Fréquence	0,44+ (0,11)	0,26+ (0,08)	0,23+ (0,10)	0,24+ (0,08)

* signale une élasticité significativement différente de 1 au seuil de 5 %

+ signale une élasticité significativement différente de 0 au seuil de 5 %

(-) signale l'absence de donnée

Les nombres entre parenthèses sont les estimations des écart types des élasticités estimées

La productivité

Aussi bien pour les charges d'exploitation que pour la production, l'effet taille observé en 1991 peut être mis en évidence en 88, 82 et 75. Les élasticités restent significativement différentes de un. La dérive des charges d'exploitation se trouve confirmée en 1988 et 1975. Pour l'année 82 le rejet se ferait avec un risque de 16 %, donc supérieur au seuil conventionnel de 5 %. Toutefois dans l'ensemble, l'hypothèse de croissance des coûts unitaires et d'une baisse de la productivité d'efficience apparaît relativement consistante.

Les valeurs numériques des élasticités varient au cours du temps. Les élasticités de la production et des charges d'exploitation diminuent entre 75 à 88 en passant de 1,45 à 1,23 pour les charges et de 1,34 à 1,12 pour la production. Cette période a été marquée en France par une

véritable explosion de certains réseaux de transport, particulièrement ceux des petites villes. Sur notre échantillon neuf réseaux de transport ont multiplié par plus de trois leur production entre 75 et 88. Sept d'entre eux appartiennent aux quatorze villes les plus petites. Il en résulte une atténuation des différences entre petites et grandes villes.

Globalement, nous retiendrons de ces analyses que les effets taille sur les charges, la production, et les charges à la PKO, définis comme la négation de l'hypothèse d'indépendance, sont stables. Des singularités temporelles expliquent toutefois des valeurs d'élasticité variables.

Les facteurs descriptifs de l'offre

Concernant les capacités, en travaillant sur les données 1991, nous n'avons pu rejeter l'hypothèse de nullité de l'élasticité. On retrouve cette situation en 75 et 82 mais les données de 1988 permettraient d'affirmer que le développement des réseaux s'accompagnent de gains en capacité. Ceci n'influe pas grandement sur notre conclusion. Tout au plus faut-il la nuancer. Nous dirons qu'il y a probablement une faible croissance des capacités des rames en circulation avec la taille des villes, mais que cette faible dépendance est du même ordre de grandeur que les facteurs ignorés par l'analyse supposés correctement représentés par des "bruits" aléatoires.

L'élasticité de la fréquence à la taille des villes est significativement différente de zéro pour les quatre années prises en considération. La plus forte valeur numérique de l'élasticité en 1975 traduit peut-être un écart plus important entre la production des petits réseaux de transport et celle des grands. Cet écart se serait résorbé par la suite par une augmentation des fréquences des petits réseaux, dont certains ont accru considérablement leur production entre 1975 et 1988, ainsi que nous l'avons déjà mentionné.

L'effet taille sur la longueur des réseaux se trouve aussi confirmé. L'élasticité de la longueur peut être déclarée inférieure à un au seuil de 5 % pour les années 91, 88 et 75. Le rejet de l'hypothèse d'égalité est moins facile en 1982 (risque d'environ 13 %). Toutefois, il semble que globalement l'effet taille soit relativement consistant, voire constant, malgré qu'une fois encore l'année 1982 puisse être considérée comme exception. Il nous est impossible d'apprécier si cette singularité de l'année 82 est due à autre chose que des fluctuations aléatoires.

3 - CONCLUSIONS

Un effet taille, confirmé par une analyse de sa stabilité dans le temps, peut être décelé dans les conditions d'exploitation des transports en commun des villes de province. Les principales caractéristiques en sont :

1 - L'offre de transport collectif s'accroît plus que proportionnellement à la taille des villes. La stabilité dans le temps de cette plus forte production par habitant dans les grandes villes laisse à penser qu'il pourrait s'agir d'une contrainte de fonctionnement urbain. Cette croissance du niveau de service expliquerait une partie de la baisse d'une productivité dite d'efficacité (charge d'exploitation à l'habitant).

2 - Il se pourrait que les transports en commun soient plus utilisés dans les grandes villes (en nombre de déplacements annuels par habitant), mais ce résultat n'a pu être soumis à un test inter-temporel.

3 - Les charges d'exploitation croissent plus que la taille de la ville. Si cette perte de productivité d'efficacité s'explique en partie par l'amélioration de l'offre, une autre partie relève d'une croissance du coût unitaire à la PKO. Il n'y a donc pas d'économies de taille dans l'exploitation des transports en commun au sens d'une productivité d'efficience (coût à la PKO).

4 - Aucune tendance n'a pu être établie s'agissant d'une productivité dite sociale (coût d'exploitation au déplacement).

5 - La massification des flux de transport - qui va de pair avec l'augmentation de la taille des réseaux - se traduit par une augmentation des fréquences plus que des capacités. Cette augmentation des fréquences permet une production plus importante, en dépit d'une extension de la longueur des réseaux inférieure à la croissance de la population des villes. L'augmentation de la taille des villes conduit donc à une massification spatiale et temporelle de l'offre.

6 - La massification par l'entremise de la fréquence généralisée, plutôt que par les capacités source éventuelle de productivité, ne parvient pas à générer globalement des gains de productivité, bien au contraire une hausse des coûts de production de la PKO est observée.

LA COMPARAISON PARIS-PROVINCE

1 - LES RESULTATS DE LA COMPARAISON

Les investigations ont été menées pour un périmètre de transport parisien couvrant à la fois la desserte RATP et les trains de banlieue SNCF. Elles consistent à vérifier que la valeur observée pour Paris entre dans un intervalle de prévision calculé à partir des régressions obtenues sur la province. Cette intervalle est construit conformément aux hypothèses classiques sur les lois de distribution relatives à l'erreur résiduelle et aux paramètres de ces régressions (Tableau 3).

Tableau 3 : La comparaison Paris - province (1991)

Relation	Indicateur	Elasticité taille province	Paris est-elle dans le prolongement des tendances provinciales (au seuil de 5 %) ?
[1]	Charges	1,27*	oui
[2]	PKO	1,13*	non
[1']	Charges/PKO	0,16 ⁺	non
[4]	Capacité	0,04	non
[5]	Km-rammes	1,08	oui
[6]	Longueur	0,84*	oui
[7]	Fréquence	0,24 ⁺	oui

* signale une élasticité significativement différente de 1 au seuil de 5 %

⁺ signale une élasticité significativement différente de 0 au seuil de 5 %

La productivité

L'offre de transport de la région parisienne s'écarte significativement du prolongement de la régression obtenue sur la province (relation [2]). Cela signifie qu'entre les villes de province et l'agglomération parisienne, l'offre augmente plus fortement que ce qu'aurait dû produire la croissance de la population. Par ailleurs, les charges d'exploitation sont compatibles avec la valeur de l'élasticité taille obtenue sur la province (relation [1]). On peut donc admettre que la croissance des coûts d'exploitation, plus que proportionnelle à la taille de la ville selon une élasticité proche de 1,27, se poursuit jusqu'à Paris (baisse de la productivité d'efficacité).

Compte tenu de la progression substantielle de l'offre, les charges unitaires à la PKO sortent des tendances provinciales (relation [1']). En termes clairs, on peut valablement postuler des gains de productivité d'efficacité à Paris, relativement aux villes provinciales.

Le tableau 4 illustre ces premiers résultats.

Tableau 4 : Evolution des coûts d'exploitation unitaires (en francs 91)

Villes	Effectifs villes	Coût à la PKO	Coût à l'ha- bitant par an	Elasticité taille (au seuil de 5 %)	
				coût à la PKO	coût à l'habitant
Petites villes*	25	0,16	443	sur l'ensemble province : e différent de 0	
Grandes villes ⁺	22	0,18	558		
Paris	1	0,12	1412	s'écarte de la tendance provinciale	dans la tendance provinciale

* Au-dessous de 215 000 habitants

⁺ De 215 000 à 1,2 millions d'habitants

Il n'est pas possible d'étudier l'évolution de la productivité sociale entre Paris et les villes de province. De manière générale, les données de déplacement sont largement imparfaites. D'une part, nous ne disposons pas d'une élasticité taille sur la province suffisamment consistante. D'autre part, il est difficile d'apprécier les déplacements sur le périmètre parisien que nous avons retenu⁴.

Les facteurs descriptifs de l'offre

Les variables de décomposition de l'offre (kilomètre-rame, fréquence généralisée, longueur de réseau) se conforment aux lois d'élasticités obtenues sur la province, à l'exception notable de la capacité des rames (relation [4]). La croissance atypique de l'offre parisienne est donc essentiellement imputable à une massification par les capacités-rames. Le tableau 5 donne une vision synthétique des évolutions de l'offre et de sa décomposition. Entre les grandes villes de province et Paris,

- l'offre par habitant, se démarquant de l'effet taille sur la province, est multipliée par 4,
- à l'aide de capacités multipliées par près de 5, selon une tendance non conforme à l'effet taille caractérisé sur la province,
- et d'une fréquence généralisée et longueur de lignes par habitant (toute deux conformes à l'effet taille), respectivement multipliées par 1,86 et 0,43.

Tableau 5 : Synthèse des variables de décomposition de l'offre (en 1991)

Indicateur	Agglomérations	Valeurs moyennes
Offre/habitant/an (en PKO)	- Grandes agglomérations province	2836
	- Paris (RATP + SNCF banlieue)	11712
Capacité des rames	- Grandes agglomérations province	103
	- Paris (RATP + SNCF banlieue)	481
Fréquence réseau annuelle	- Grandes agglomérations province	31 422
	- Paris (RATP + SNCF banlieue)	58 500
Longueur de lignes par habitant (en mètre)	- Grandes agglomérations province	0,98
	- Paris (RATP + SNCF banlieue)	0,42

⁴ Périmètre sur lequel existent deux réseaux connectés et ne correspondant pas aux espaces et dates pour lesquels sont réalisées les enquêtes de déplacement (notamment l'enquête EGT).

2 - CONCLUSIONS

En premier lieu, les analyses ont montré que le système de transport collectif de l'agglomération parisienne exhibe des singularités que la taille urbaine ne peut expliquer, en référence à un modèle d'effet taille calibré sur les villes de province. Une forte offre par habitant, essentiellement développée par l'entremise des capacités des véhicules, constitue les traits essentiels de cette rupture dans l'effet taille. Il semble en résulter un coût à la PKO plus faible.

L'étude de l'agglomération parisienne conforte ainsi l'hypothèse selon laquelle les économies de taille, sur le plan de l'efficacité de la production, sont fortement dépendantes de la massification par les capacités. Mais les effets d'une telle massification ne sont sensibles que pour des seuils de capacités très élevés (développement des réseaux ferrés lourds). Cette explication de la productivité n'est toutefois valide que dans les limites de notre appareil d'investigation (Cf. notre modèle analytique de l'offre).

Aussi, si l'on admet que l'augmentation de la taille des villes de province nécessite que l'on accroisse l'offre par habitant, la croissance de la taille urbaine ne permet pas cependant de produire le surcroît de service à l'aide d'un procédé moins coûteux. Les tailles urbaines ne sont en effet pas suffisantes pour que les flux de transport puissent être largement massifiés et qu'il soit possible de développer, à échelle générant des gains de productivité, des moyens de transport de fortes capacités. Cela pourrait constituer la principale explication des déséconomies de taille constatées sur les villes de province.

QUELQUES ELEMENTS D'APPRECIATION SUR LES AUTRES DEPENSES DE TRANSPORT EN COMMUN

1 - LA CONSOLIDATION DES DEPENSES DE FONCTIONNEMENT DES RESEAUX

Les coûts du transport public urbain ne se bornent pas aux seuls coûts d'exploitation. On peut aussi considérer d'autres charges supportées par les entreprises exploitantes (charges financières et exceptionnelles), ainsi que les frais de fonctionnement, de participations diverses aux réseaux et d'intérêts des emprunts engagés par les autorités organisatrices. Une étude récente, CETUR, SOFRETU (1994), visant à établir un compte transport national de voyageurs nous permet de disposer des informations chiffrées pour l'année 1990. Un travail de retraitement des données "101 réseaux" a été opéré, notamment pour s'affranchir des doubles comptes résultant des jeux d'écriture entre entreprises concessionnaires et autorité organisatrice (AO). Le tableau 6 offre quelques résultats qui permettent d'étayer notre analyse de l'effet taille.

Tableau 6 : Typologie des charges de fonctionnement et tailles de villes (hors RIF)

Pour l'année 1990	Villes de 100-300 000 habitants (41 réseaux)		Villes de 300-800 000 habitants (14 réseaux)		Villes de plus de 800 000 habitants (3 réseaux)	
	Millions F 90	en %	Millions F 90	en %	Millions F 90	en %
Charges d'exploitation <i>stricto sensu</i>	2748,34	84,8	2523,54	77,7	2215,91	73,2
Autres charges de l'exploitant	21,08	0,7	10,74	0,3	46,82	1,5
Charges de l'AO	469,30	14,5	713,66	22,0	765,54	25,3

Source : CETUR, SOFRETU (1994), annexe méthodologique n° 1, p. 50.

On vérifie ainsi que la part des charges d'exploitation *stricto sensu* décroît avec la taille de la ville. Compte tenu de l'effet taille repéré sur ces charges d'exploitation, il est possible de supposer que l'ensemble des autres charges (exploitant et AO) aura tendance à croître plus que proportionnellement à la taille de la ville. Il nous est toutefois impossible d'évaluer dans quelle mesure l'élasticité taille des charges d'exploitation avancée jusque là se trouve augmentée.

Ces éléments semblent donc nous autoriser à avancer que l'introduction d'autres charges, relevant aussi *grosso modo* du fonctionnement, ne modifie pas les conclusions apportées jusque là, dont la principale : à l'exception de l'agglomération parisienne, il existe des déséconomies de taille au plan de l'efficience de l'exploitation des transports collectifs.

2 - LES DEPENSES D'INVESTISSEMENT DE TRANSPORT COLLECTIF

Pour une question de fond déjà évoquée (voir plus haut, Méthode et champ d'analyse), il est illusoire de chercher à valider empiriquement des lois d'évolution de la productivité intégrant les dépenses en facteurs durables. Nous nous en tiendrons donc à quelques ordres de grandeur des dépenses d'investissement de transport collectif en fonction de la taille de la ville.

Nous avons connaissance de deux sources de données récentes :

- l'étude CETUR, SOFRETU (1992)⁵ permet de disposer d'informations chiffrées consolidées (tenant compte des dépenses relevant des entreprises exploitantes ou des sociétés concessionnaires de TCSP lourds, type VAL ou métro), par tailles de villes et pour l'année 1990 ;
- le recensement de la DTT⁶ pour la période du X^e plan, à partir duquel on peut établir un ordre de grandeur d'une dépense annuelle moyenne sur 1989-93, pour l'ensemble province et la RIF.

En raison du caractère irrégulier des dépenses d'investissement, le rapprochement de ces deux sources permet de renforcer la fiabilité des informations CETUR-SOFRETU, relatives à une année particulière. S'agissant des villes de province, l'homogénéité est assurée. Cela nous a donc conduit à retenir la dépense globale annuelle de 3,5 milliards de Francs 1990, ventilée par tailles de villes. Pour la région parisienne, l'étude CETUR-SOFRETU fait état de 6 milliards tandis que l'estimation DTT conduit à un chiffre de 8 milliards. Nous avons donc conservé ce dernier, de surcroît plus compatible avec le périmètre d'étude que nous avons retenu dans l'étude des conditions d'exploitation.

Le graphique 1 autorise les commentaires suivants.

- la dépense d'investissement par habitant est d'autant plus élevée que la ville est grande. Ce résultat est justiciable de tests économétriques (test de moyenne). Ceux-ci nécessitent la connaissance des écarts-types par classes de taille, or nous ne disposons que de la dépense moyenne. Si l'on admet toutefois que les dépenses d'investissement sont fortement liées à l'offre mesurée en PKO, la croissance plus que proportionnelle à la taille de la ville peut être retenue.
- Bien que les informations chiffrées concernent la période 1989-93, on peut penser que cette tendance est notamment acceptable sur la période de l'histoire des réseaux marquée par une relance des transports collectifs, qui a donné lieu à des investissements lourds dans les villes de province de plus de 300 000 habitants. Cette période (depuis le milieu des années 70) coïncide grossièrement avec celle sur laquelle nous avons établi la perte

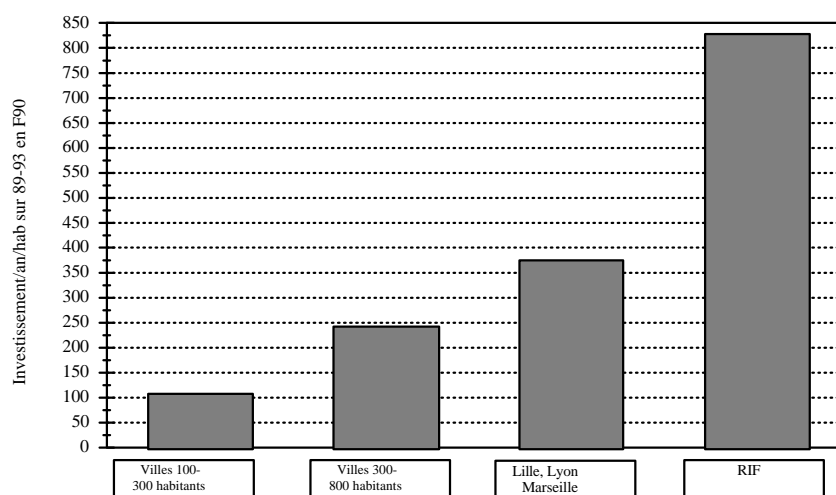
⁵ Annexe méthodologique n° 1, pp. 36-52.

⁶ In Commissariat général du Plan (1993), p. 64 et 67.

de productivité d'efficacité (coût d'exploitation à la PKO), lorsque la taille de la ville de province croît.

- On ne saurait déceler, dans cette deuxième remarque, des arguments relatifs à la question de la productivité intégrant les facteurs durables. Elle autorise seulement certains éclaircissements en termes de conditions financières des réseaux, et concernant la période de leur histoire évoquée ci-dessus. Toutes choses égales par ailleurs, notamment s'agissant du rapport offre-demande, on peut s'attendre à ce que les conditions de financement du transport public urbain se dégradent dans les grandes villes, sous le double effet de la croissance du coût d'exploitation à la PKO et des dépenses d'investissement.
- En région parisienne, le coût d'investissement à l'habitant est élevé. Mais l'analyse développée pour les dépenses d'exploitation ne peut ici être tentée. On ne peut donc garantir que cette forte dépense à l'habitant relève du prolongement de la tendance, retenue sur la province, à la croissance plus que proportionnelle à la taille de la ville des dépenses d'investissement.

Graphique 1 : Tailles de villes et dépense d'investissement par habitant

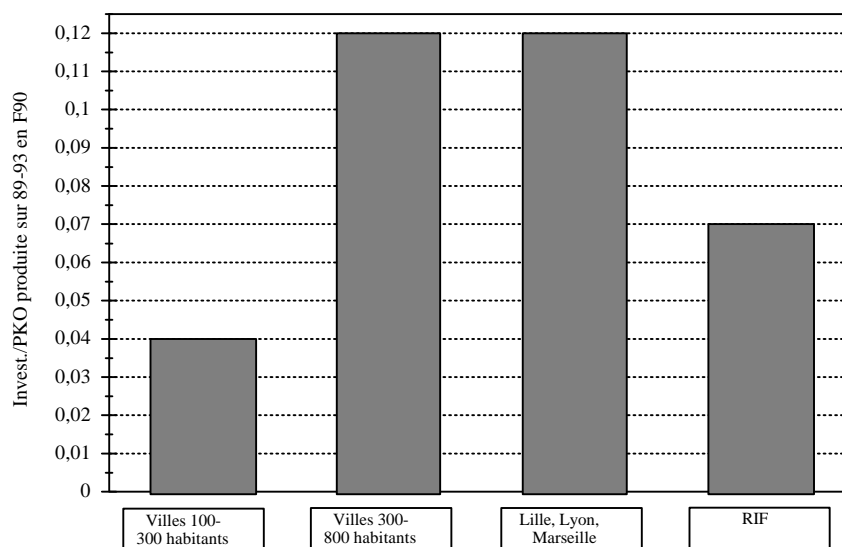


Les dépenses d'investissement ont ensuite été rapportées au nombre moyen de PKO produites annuellement sur la période 1989-93. Là encore, il s'agit d'un indicateur financier, qui ne peut être analogue à un ratio de productivité. Il permet d'étayer les éclairages apportés en termes de conditions de financement des réseaux. Le graphique 2 montre que les villes de province, au-delà de 300 000 habitants, dépensent plus pour une PKO produite, tandis que Paris a une position intermédiaire. Ce dernier résultat s'assortit toutefois de trois remarques :

- les investissements lourds à Paris sont engagés depuis de nombreuses décennies ;
- la période du X^e plan, et même plus largement les années 80, témoignent selon certains experts⁷, d'un sous-investissement en RIF ;
- on remarquera aussi, qu'en région parisienne, la dépense d'investissement à la PKO reste supérieure à celle des petites villes de province, tandis que le coût d'exploitation à la PKO est significativement plus faible que dans toutes les villes de province (Cf. plus haut tableau 4).

⁷ Commissariat général du Plan (1993), p. 62.

Graphique 2 : Tailles de villes et dépense d'investissement à la PKO produite



Globalement ces résultats ont pour principal intérêt d'éclairer le constat de dégradation des conditions de financement et d'endettement des réseaux sur la période 1975-90, sous réserve toutefois que la demande et les recettes usagers soient bien corrélées avec l'offre. Les quelques analyses que nous avons pu mener par ailleurs, et qui n'ont pas été reprises ici en raison de la difficulté d'en tester la consistance temporelle, n'ont pas démontré une croissance, avec la taille de la ville, de la demande et des recettes usagers plus forte que celle de l'offre.

CONCLUSIONS

Nos travaux démontrent que des doutes peuvent être émis sur l'existence d'économies liées à la taille de la ville dans le domaine des transports publics urbains. Il importe d'en reprendre les principaux résultats.

S'agissant des villes de province d'abord.

1 - l'hypothèse d'une perte de productivité d'efficacité (coût d'exploitation à la PKO), de faible ampleur mais statistiquement significative, lorsque la taille de la ville augmente, est fortement validée.

2 - Associée à la croissance de l'offre par habitant, il en résulte une progression sensible du coût d'exploitation à l'habitant. Le passage d'une notion d'efficacité à celle d'efficacité ne permet donc pas plus d'isoler des économies de taille, bien au contraire.

3 - De manière générale, les informations chiffrées font défaut pour établir des tendances concernant le coût au déplacement réalisé. Les quelques données dont nous avons pu disposer laissent penser que l'hypothèse la plus plausible est celle d'une croissance des déplacements au même rythme que l'offre, lorsque la taille de la ville s'accroît. S'agissant donc d'une productivité sociale, définie comme le coût d'exploitation au déplacement réalisé, il en résulterait, là encore, une absence d'économies de taille.

On peut démontrer que l'agglomération parisienne se soustrait à la dérive des charges unitaires à la PKO repérée lorsque la taille de la ville de province s'accroît. Cependant ce résultat ne remet

que partiellement en cause le jugement selon lequel il n'existe pas d'économies de taille dans les transports publics urbains.

1 - Ces meilleures performances productives ont sans doute pour contrepartie de fortes dépenses d'investissement engagées sur de nombreuses décennies, sans qu'il soit toutefois possible d'en mesurer l'influence.

2 - Les coûts d'exploitation à l'habitant se conforment à l'effet taille sur les villes de province. Il n'existe donc pas de gain de productivité d'efficacité et la taille exceptionnelle de Paris dénote d'un coût d'exploitation à l'habitant très élevé.

3 - La meilleure efficacité des transports parisiens relève d'une taille urbaine qui fait plus exception que règle commune. D'éventuelles économies de taille, au sens de l'efficacité des facteurs de production, apparaîtraient donc au-delà d'un seuil singulièrement hors du commun.

4 - Mais surtout, les analyses démontrent que les gains ou pertes d'efficacité des transports collectifs semblent fortement dépendants de la variable capacité des véhicules en circulation. Les capacités considérables du système de transport parisien ne peuvent se justifier que dans le cas d'une gigantesque métropole. L'augmentation significative des temps de transport des usagers en est alors la contrepartie. On met ainsi en lumière l'importance des phénomènes d'externalité dans l'analyse de la concentration urbaine.

Aussi, la question se pose de savoir si la plus grande efficacité des transports parisiens persiste lorsque l'on introduit les dépenses d'investissement, mais surtout, l'on peut valablement admettre qu'elle ne résiste pas lorsque la perspective de bilan socio-économique est ouverte. Il y a là une question importante de l'impact de la concentration urbaine sur les transports publics.

Deux remarques peuvent toutefois être apportées pour souligner les limites et les prolongements de nos investigations :

- l'introduction des dépenses en facteurs durables dans la recherche des économies de taille reste problématique. Au vu des résultats sur l'exploitation, ne peut-on pas au mieux en attendre des rendements constants à la taille ?
- des comparaisons internationales seraient très profitables, notamment pour repérer un effet propre à l'organisation des systèmes de transport collectifs français. A notre connaissance toutefois, les données statistiques, s'agissant singulièrement des variables de coût, font défaut.

Nous savons que les coûts de la concentration urbaine sont à mettre en balance avec ses avantages. Toutefois, l'analyse que nous avons menée montre l'intérêt des approches sectorielles. Dans la mesure où les pertes de productivité vont de pair avec une croissance de l'offre à l'habitant, qui elle-même apparaît telle une nécessité urbaine - la croissance exceptionnelle de l'offre parisienne confirme ce dernier point - n'est-il alors pas légitime de repenser la régulation actuelle des déplacements urbains ? Il y a, là aussi, une question qui relève d'une analyse en termes d'externalité.

BIBLIOGRAPHIE

ALONSO W. (1971), *The economics of urban size*, Institute of urban and regional development, University of California, Berkeley.

BAIROCH P. (1977), *Taille des villes, conditions de vie et croissance économique*, Paris : Editions de l'Ecole des hautes études en sciences sociales, 421 p.

BONNAFOUS A. (1988), "Exploitation d'entreprises de transport urbain dans les villes de taille moyenne", *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n° 17-18, pp. 67-87.

- BOUF D. et alii (1992), *L'effet de la taille des villes sur les coûts d'exploitation des transports en commun*, Lyon : LET, 108 p.
- CETUR, SOFRETU, (1994), *Analyse des coûts de déplacement : élaboration d'une méthodologie dans le cadre d'un compte transport de voyageurs*, Paris, Bagneux : 4 volumes.
- COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN (1993), *Transports : pour une cohérence stratégique*, Paris : Commissariat général du Plan, rapport de l'atelier sur les orientations stratégiques de la politique des transports et leurs implications à moyen terme, 189 p.
- DGRST (1975), *Etude des réseaux de transport en commun de surface dans les grandes agglomérations françaises*, Paris : DGRST, Secrétariat d'Etat au transport, SAEI, 122 p.
- FAUDRY D. (1972), *Les coûts de l'urbanisation : critique d'un concept et éléments d'une nouvelle problématique*, Grenoble : Université des sciences sociales - CERER - IREP, Action concertée de recherche urbaine, 39 p.
- FUJITA M. (1989), *Urban economic theory, land use and city size*, Cambridge (Mass) : Cambridge University Press, 366 p.
- GABLER L. R. (1969), "Economies and diseconomies of scale in urban public sectors", *Land Economics*, pp. 47-55.
- GUENGANT A. (sous la dir.) (1989), *Les nouveaux coûts d'urbanisation*, Rennes : CREFAUR - AUDIAR.
- HENDERSON J. V. (1988), *Urban development, theory, fact and illusion*, Oxford : Oxford University Press, 242 p.
- ISARD W. (1956), *Location and space economy*, Cambridge (Mass) : MIT Press, 350 p.
- LESOURNE J. (1968), "Le coût du développement urbain", *Développement urbain et analyse économique*, Compte rendu du colloque international tenu à Québec du 8 au 11 septembre 1968, Société canadienne de science économique, pp. 269-315.
- PRUD'HOMME R., ROUSSEAU M. P. (1992), *Les bénéfices de la concentration parisienne*, Paris : OEIL, 21 p.
- RICHARDSON H. (1971), *Urban economics*, Londres : Penguin modern economics texts, 208 p.
- SEGAL D. (1976), "Are there returns to scale in city size ?", *Review of economics and statistics*, pp. 339-350.
- SVEIKAUSKAS L. (1975), "The productivity of cities", *Quarterly Journal of Economics*, pp. 393-413.
- TOLLEY G., CRIHFIELD J. (1987), "City size and place as policy issue" MILLS E., *Handbook of regional and urban economics*, North Holland : Vol. 2, pp. 1285-1311.
- TOUNKARA A. (1987), *Principales tendances de 1967 à 1984 pour 20 des 101 réseaux de province*, Lyon : LET, 90 p.

ANNEXE : ECHANTILLON DE VILLES

<i>Villes par taille PTU croissante</i>	<i>Population PTU 1990</i>
Angoulême	104 444
La Rochelle	106 962
Valence	108 061

Poitiers	109 124
Perpignan	115 668
Avignon	117 583
Besançon	119 194
Annecy	120 417
Montbéliard	123 030
Troyes	123 605
Bayonne	124 409
Aix-en-Provence	126 854
Pau	130 446
Nîmes	133 607
Lorient	150 338
Amiens	153 026
Douai	156 906
Limoges	173 460
Metz	173 788
Le Mans	185 506
Caen	195 894
Mulhouse	209 687
Dunkerque	210 396
Reims	212 036
Brest	213 838
Angers	224 986
Dijon	230 475
Clermont-Ferrand	241 618
Le Havre	244 523
Orléans	246 441
Nancy	263 280
Tours	274 140
Montpellier	277 785
Toulon	303 449
Saint-Etienne	316 262
Rennes	322 948
Valenciennes	334 578
Nice	365 674
Grenoble	371 878
Rouen	392 243
Strasbourg	433 101
Nantes	505 281
Toulouse	631 579
Bordeaux	633 823
Marseille	807 726
Lille	1 079 493
Lyon	1 152 297

Hors échantillon

Paris-RIF (ancien périmètre STP) ⁸	9 783 904
---	-----------

⁸ Couvrant la desserte RATP et SNCF banlieue.